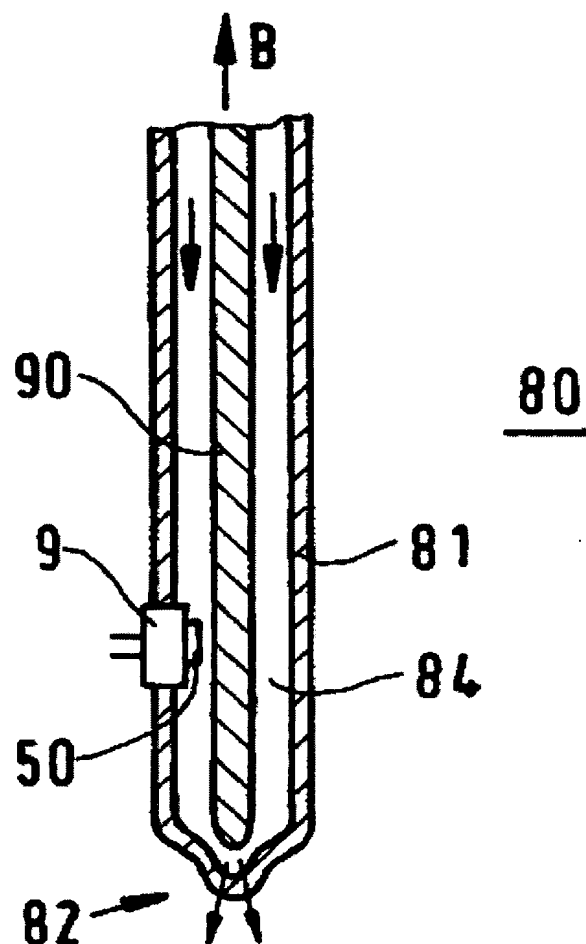


DE19945673

Patent number: DE19945673
Publication date: 2001-04-05
Inventor: KROETZ GERHARD (DE); RENNER GREGOR (DE);
OEING HEINZ (DE); SCHMID ULRICH (DE)
Applicant: DAIMLER CHRYSLER AG (DE)
Classification:
- **international:** *F02M51/00; F02M61/16; H01R13/533; H01R13/52;*
H01R13/74; F02M51/00; F02M61/00; H01R13/533;
H01R13/52; H01R13/74; (IPC1-7): F02M61/16
- **europaean:** F02M51/00C; F02M61/16; H01R13/533
Application number: DE19991045673 19990924
Priority number(s): DE19991045673 19990924

Also published as:WO0124320 (A)
EP1214756 (A1)[Report a data error here](#)**Abstract of DE19945673**

An injector nozzle (80) for internal combustion engines, having a sensor (50) in the inner or outer area thereof in order to measure the flow of fuel through said injection nozzle or another status parameter of the fuel. The sensor (50) is connected to the outer area via a pressure-tight electric leadthrough (9) disposed in the housing (81) of the injector nozzle (80). The exact amount of fuel injected individually into the combustion chamber is controlled by a feedback sensor/actuator system.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 45 673 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
F 02 M 61/16

⑦① Aktenzeichen: 199 45 673.9
⑦② Anmeldetag: 24. 9. 1999
④③ Offenlegungstag: 5. 4. 2001

DE 199 45 673 A 1

⑦① **Anmelder:**
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

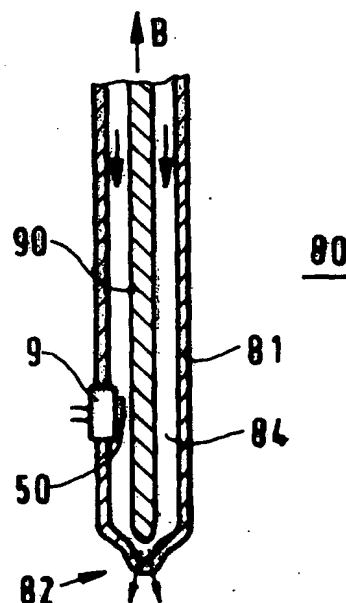
⑦② **Erfinder:**
Krötz, Gerhard, Dr., 81547 München, DE; Renner,
Gregor, Dr., 70619 Stuttgart, DE; Öing, Heinz, 26892
Dörpen, DE; Schmid, Ulrich, 81673 München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Einspritzdüse für Verbrennungsmotoren**

⑤⑦ Eine Einspritzdüse (80) für Verbrennungsmotoren hat in ihrem Innen- oder Außenraum einen Sensor (50) zur Messung des Kraftstoffflusses durch die Einspritzdüse oder eines sonstigen Zustandsparmeters des Kraftstoffs. Der Sensor (50) ist durch eine druckdichte elektrische Durchföhrung (9), die sich im Gehäuse (81) der Einspritzdüse (80) befindet, mit dem Außenraum verbunden. Ein rückgekoppeltes Sensor-Aktor-System ermöglicht die exakte Steuerung der Einspritzmenge in den Brennraum bei den einzelnen Injektionen.



DE 199 45 673 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzdüse für Verbrennungsmotoren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei der Verbrennung eines Kraftstoff-Luftgemisches ist es besonders wichtig, daß eine feine Verteilung des Kraftstoffes beispielsweise Benzin, Diesel oder Kerosin, mit der notwendigen Verbrennungsluft erreicht wird. Dies wird durch Einspritzdüsen erreicht, die den Kraftstoff fein verteilt und in der notwendigen Menge dem Brennraum eines Motors zuführen. Eine derartige Einspritzdüse ist in einem Artikel der Zexel Corporation im AMAA Konferenzband (ISBN 3-540-64091-6) S. 233 beschrieben.

Bei den bekannten Einspritzdüsen bzw. Einspritzvorrichtungen wird die einzuspritzende Kraftstoffmenge bei jeder Injektion durch eine möglichst genaue vorherige Kalibrierung der Einspritzdüse bzw. des Injektors festgelegt. Es wird also schon bei der Herstellung der Einspritzdüse festgelegt, welche Kraftstoffmenge bei einem Einspritzimpuls bzw. Injektionsvorgang in den Brennraum gelangt. Bedingt durch Fertigungstoleranzen ergeben sich jedoch Schwankungen der Einspritzmenge bei einer Injektion zwischen den hergestellten Einspritzdüsen.

Um besonders große Abweichungen vom Normalwert zu vermeiden, erfolgt eine Aussonderung der betreffenden Einspritzdüsen bei der Herstellung, wodurch hohe Kosten entstehen. Darüber hinaus ist die Kalibrierung relativ aufwendig. Hinzu kommt, daß keine individuelle Kennlinienkurve für jeden Injektor nach der Fertigung vorhanden ist. Daher variiert im Betrieb die Einspritzmenge von Injektor zu Injektor, ebenso wie von einem Einspritzvorgang zum nächsten. Die Genauigkeit der Einspritzmenge ist deshalb eingeschränkt.

Beim Betrieb des Motors hat die eingeschränkte Genauigkeit der Einspritzmenge zur Folge, daß eine erhöhte Gefahr einer schlechten Gemischbildung besteht, d. h., daß das Mischungsverhältnis zwischen Kraftstoff und Luft ungünstig ist. Eine Folge davon ist, daß ein Teil des Kraftstoffes unverbrannt die Brennkammer verläßt und schädliche Abgase erzeugt. Weiterhin ergibt sich bei einem ungünstigen Mischungsverhältnis ein schlechterer Wirkungsgrad der Verbrennungskraftmaschine.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Einspritzdüse für eine Verbrennungskraftmaschine zu schaffen, mit der die Einspritzmenge mit erhöhter Genauigkeit bestimmt bzw. festgelegt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Einspritzdüse gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Merkmale, Aspekte und Details der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse für Verbrennungskraftmaschinen umfaßt ein Gehäuse, das ein oder mehrere Einspritzöffnungen aufweist, sowie einen Innenraum zur Zufuhr von Kraftstoff zu den Einspritzöffnungen, wobei im Innen- oder Außenraum der Einspritzdüse ein Meßelement angeordnet ist, um den Kraftstoffdurchfluß und/oder einen sonstigen Zustandsparameter des Kraftstoffs zu messen. Dadurch kann für jede Einspritzdüse individuell die tatsächliche Einspritzmenge während der jeweiligen Injektion bestimmt werden. Durch Messung weiterer Zustandsparameter des Kraftstoffs, wie beispielsweise Druck oder Temperatur, kann der Verbrennungsvorgang noch weiter optimiert werden.

Vorzugsweise ist das Meßelement im Innenraum und durch eine druckdichte elektrische Durchführung im Gehäuse der Einspritzdüse mit dem Außenraum verbunden.

Bevorzugt ist das Meßelement an einen Regelkreis zur Steuerung der Einspritzmenge gekoppelt. Dadurch wird ein rückgekoppeltes Sensor-Aktor-System erreicht, wodurch eine direkte, unmittelbare Optimierung der eingespritzten Kraftstoffmenge entsprechend den momentanen Anforderungen erfolgen kann.

Vorteilhafterweise ist die elektrische Durchführung aus mehreren Schichten aufgebaut, die jeweils eine oder mehrere Durchkontaktierungen aufweisen, wobei die Durchkontaktierungen zweier benachbarter Schichten z. B. versetzt zueinander angeordnet sind. Dadurch wird eine besonders hohe Druckfestigkeit im Bereich der elektrischen Durchführung erreicht. Der Drucksensor bzw. das Meßelement kann aber auch einfach durch eine Membran vom Innen- oder Außenraum getrennt sein.

Die elektrische Durchführung kann z. B. laterale Leiterbahnen umfassen, welche die in den einzelnen Schichten befindlichen Durchkontaktierungen zu einem durchgehenden Leitungselement verbinden. Bevorzugt verlaufen die lateralen Leiterbahnen zwischen aneinandergrenzenden Schichten. Dadurch lastet der Druck nicht auf den einzelnen Durchkontaktierungen, sondern wird über die Schichtflächen verteilt.

Vorteilhafterweise umfaßt die elektrische Durchführung ein Trennelement aus Keramik, das z. B. geschichtet bzw. mehrlagig ausgestaltet ist. In den einzelnen Schichten können ein oder mehrere durchgehenden Löcher angeordnet sein, die mit einem elektrisch leitenden Material versehen sind. Beispielsweise kann in den durchgehenden Löchern eine Metallpaste eingebracht sein. Dadurch ergibt sich eine einfache und kostengünstige Herstellung, z. B. mittels Batch-Prozessierung, wobei dennoch ein hoher Miniaturisierungsgrad der elektrischen Durchführung bei hoher Festigkeit erreicht wird.

Vorzugsweise ist die elektrische Durchführung aus Keramik in Green-Tape-Technologie gefertigt. Die einzelnen Schichten haben z. B. eine Dicke von 10 bis 200 µm, vorzugsweise 60 bis 100 µm, und insbesondere ca. 80 µm. Durch diese Maßnahmen wird eine besonders rationelle kostengünstige Herstellung bei einer sehr kleinen Bauweise und dennoch hoher Festigkeit erreicht.

Das Meßelement kann z. B. ein Drucksensor mit einer Membran sein und/oder als Dehnmeßstreifen vorliegen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Einspritzdüse geschaffen, die eine Sensorik zur Bestimmung der Kraftstoffmenge umfaßt, die von der Einspritzdüse abgegeben wird, wobei die Sensorik miniaturisiert und in die Düse integriert ist. Durch Mengenbestimmung direkt am Austritt wird eine erhöhte Mengenstabilität von Injektor zu Injektor und von Einspritzung zu Einspritzung erzielt, wobei insbesondere auch eine rückgekoppelte Regelung möglich ist.

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand der Zeichnungen beschrieben, in denen

Fig. 1 eine Einspritzdüse gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

Fig. 2 einen Längsschnitt durch den vorderen Bereich der in Fig. 1 gezeigten erfindungsgemäßen Einspritzdüse zeigt;

Fig. 3 das Meßelement und die elektrische Durchführung der erfindungsgemäßen Einspritzdüse in einer Explosionsdarstellung zeigt;

Fig. 4 das Meßelement und die elektrische Durchführung schematisch als Schnittansicht zeigt;

Fig. 5 eine schematische Schnittansicht durch die elektrische Durchführung im Gehäuse der Einspritzdüse zeigt.

Fig. 1 zeigt eine Einspritzdüse 80 für eine Verbrennungskraftmaschine mit einer druckdichten elektrischen Durchführung 9. Die elektrische Durchführung 9 erstreckt sich

durch einen Bereich des Gehäuses **81** der Einspritzdüse **80** in ihren Innenraum. Dort ist ein Sensor angebracht, mit dem der Kraftstofffluß innerhalb der Einspritzdüse **80** gemessen wird. Über außen gelegene Leitungen **82** wird der im Innenraum der Einspritzdüse **80** gelegene Sensor mit Strom versorgt. Die erhaltenen Meßsignale werden im Betrieb über die Leitungen **82** einem Regelkreis zugeführt, der die Einspritzmenge des Kraftstoffs bzw. die Öffnung des Einspritzventils steuert. Im Innenraum der Einspritzdüse **80**, der vom Kraftstoff durchströmt wird, herrscht z. B. ein Druck von ca. 1500 bar, dem die elektrische Durchführung standhält.

Selbstverständlich sind auch andere Arten von Sensoren im Innenraum der Einspritzdüse **80** möglich, die verschiedene Parameter messen können, wie z. B. den Druck oder die Temperatur des Kraftstoffs. Über die erfindungsgemäße elektrische Durchführung ist der jeweilige Sensor mit dem Außenraum zur Weitergabe der Meßsignale und/oder zur Stromversorgung elektrisch verbunden.

Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt durch den vorderen Bereich der Einspritzdüse **80** mit der elektrischen Durchführung **9**. Das zylindrische Gehäuse **81** der Einspritzdüse **80** hat an seinem vorderen Ende mehrere Düsenöffnungen **82**. Im Inneren des Gehäuses **81** befindet sich eine bewegliche Ventildadel **90**, die zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum des Motors die Düsenöffnungen **82** frei gibt. Dazu wird bei jeder Einspritzung die Ventildadel **90** in Richtung des Pfeils B nach oben bewegt, so daß sich die Nadelspitze vom Nadelsitz abhebt und Kraftstoff aus dem Innenraum **84** durch die Düsenöffnungen **82** herausgestoßen wird. Der Kraftstoff befindet sich im Innenraum **84** zwischen der Gehäusewandung **81** und der Ventildadel **90** der Einspritzdüse **80**.

Die druckdichte elektrische Durchführung **9** befindet sich in einem Bereich der Gehäusewandung **81** und bildet einen druckdichten Verschuß, so daß unter dem hohen Druck im Innenraum **84** der Einspritzdüse **80** kein Kraftstoff durch die elektrische Durchführung nach außen strömen kann. Im Innenraum **84** der Einspritzdüse **80** ist als Sensor ein Meßelement **50** angeordnet, das zur Messung des Kraftstoffflusses durch die Einspritzdüse **80** dient.

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist im Gehäuse eine Membran angeordnet, wobei ein Dehnmeßstreifen außen angebracht ist um den Druck zu messen.

In Fig. 3 ist die druckdichte elektrische Durchführung mit dem angeschlossenen Sensor- bzw. Meßelement **50** in einer Explosionsansicht gezeigt. Es umfaßt mehrere Keramikschichten **11**, **12**, **13**, die fest miteinander verbacken bzw. verbunden sind. Die Schichten **11**, **12**, **13** befinden sich in einem zylindrischen Hohlraum **61**, der in einem Gehäuse bzw. Rahmen **60**, der ebenfalls zylindrisch gestaltet ist, ausgebildet ist. Auf der dem Betrachter zugewandten Unterseite der Keramikschicht **11** sind zwei Leiterbahnen **31** aufgebracht, die sich entlang der Schichtgrenze lateral erstrecken. Jede Leiterbahn **31** verbindet einen Leitungsabschnitt **22**, der sich durch die mittlere Schicht **12** erstreckt, mit einem dazu versetzt angeordneten Leitungsabschnitt **21**, der sich durch die erste Schicht **11** erstreckt (siehe Fig. 4).

Die Leitungsabschnitte **22** sind, wie in Fig. 4 erkennbar, wiederum jeweils mit einer weiteren Leiterbahn **32** verbunden, die sich auf der angrenzenden Schicht **13** befindet. Der Verlauf der beiden Leitungselemente **20** mit ihren dazugehörigen Leitungsabschnitten **21**, **22**, **23** und lateralen Leitungsabschnitten bzw. Leiterbahnen **31**, **32** ist in Fig. 4 dargestellt. Zwischen den Leitungsabschnitten **21** und **22** sowie **22** und **23** jedes Leitungselements **20** besteht ein lateraler Versatz, der durch die jeweilige Leiterbahn **31**, **32** überbrückt wird.

Die fest miteinander verbundenen Schichten (**11**, **12**, **13**)

aus Keramik bilden zusammen ein Trennelement **10**. An der Außenseite des Trennelements **10** bzw. der äußeren Schicht **13** befindet sich das Meßelement **50**, das durch eine Leiterbahn oder einen Draht bzw. Metalldraht gebildet wird, die auf dem Trennelement **10** angeordnet ist. Mit dem Meßelement **50** kann eine Flußmessung in einem strömenden Medium erfolgen, indem der elektrische Widerstand der Leiterbahn gemessen wird. Dieser Widerstand ist bekanntlich temperaturabhängig und ändert sich somit in Abhängigkeit von der Fließ- bzw. Strömungsgeschwindigkeit des strömenden Mediums. Über die Heizleistung und den ohm'schen Widerstand wird der Kraftstofffluß gemessen.

Anhand von Fig. 5 wird nachfolgend der Aufbau der elektrischen Durchführung **9** der Einspritzdüse **80** genauer beschrieben. Die im Schnitt dargestellte elektrische Durchführung zeigt das Trennelement **10** aus isolierendem Material, das aus den Schichten **11**, **12**, **13** aufgebaut bzw. gefertigt ist. Die Schichten **11**, **12**, **13** sind Keramikschichten, die parallel zueinander ausgerichtet sind und an den Schichtgrenzen fest miteinander verbunden sind. In jeder Schicht befindet sich ein Abschnitt **21**, **22**, **23** eines Leitungselements **20**, das eine elektrische Verbindung zwischen der Oberseite **10a** und der Unterseite **10b** des Trennelements darstellt. Die Abschnitte **21**, **22**, **23** des Leitungselements **20** sind versetzt zueinander angeordnet und durch die lateralen Leiterbahnen **31**, **32** miteinander verbunden. Auf der Oberseite **10a** und der Unterseite **10b** des Trennelements **10** befindet sich jeweils ein Kontaktpad bzw. Kontaktelement **30a**, **30b**, das aus einer metallischen Schicht besteht und als Anschluß für elektrische Elemente auf beiden Seiten des Trennelements **10** dient.

Die Leitungsabschnitte **21**, **22**, **23** sind durch Metalle bzw. Metallisierungen gebildet, die in durchgehenden Löchern in den Keramikschichten **11**, **12**, **13** ausgebildet sind. In der hier gezeigten, bevorzugten Ausführungsform sind die durchgehenden Löcher bzw. Via-Löcher mit einer Metallpaste gefüllt. Es ist aber ebenso möglich, daß die Löcher jeweils nur an ihrem Rand bzw. an ihrer inneren Wandung metallisiert sind, um die elektrisch leitende Verbindung zwischen Ober- und Unterseite **10a**, **10b** des Trennelements **10** zu bilden.

Die Löcher, die mit der Metallisierung die Leitungsabschnitte **21**, **22**, **23** bilden, verlaufen senkrecht zu den Ebenen der Schichten **11**, **12**, **13**. Der gegenseitige Versatz von einem Abschnitt zum nächsten ist lateral d. h. er verläuft parallel zu den Schichtebenen. Jeder Abschnitt **21**, **22**, **23** erstreckt sich durch eine Schicht **11**, **12**, **13**, so daß der Versatz jeweils an den Schichtgrenzen auftritt. Jeder Abschnitt **21**, **22**, **23** bildet eine Durchkontaktierung in der jeweiligen Schicht **11**, **12**, **13**.

Die Leiterbahnen **31**, **32** sind Metallschichten bzw. -bahnen, die auf der jeweiligen Oberseite und/oder Unterseite der betreffenden Schicht aufgedampft oder aufgedruckt sind. Die Leiterbahnen **31**, **32** sind sehr kompakt bzw. klein ausgestaltet und haben in der Regel eine Dicke von 10 bis 20 µm. Sie können aber auch wesentlich dünner ausgestaltet sein, beispielsweise mit einer Dicke von 1 µm oder weniger.

Die aus den einzelnen Abschnitten **21**, **22**, **23** bzw. Durchkontaktierungen und Leiterbahnen **31**, **32** gebildeten Leitungselemente **20** verlaufen zickzackförmig durch das Trennelement **10**. In dem in Fig. 5 gezeigten Abschnitt der elektrischen Durchführung sind der Einfachheit halber nur zwei Leitungselemente **20** dargestellt, die durch drei aneinandergrenzende Keramikschichten **11**, **12**, **13** verlaufen. Es können jedoch auch drei, vier oder wesentlich mehr Leitungselemente **20** in der druckdichten elektrischen Durchführung vorgesehen sein, z. B. um mehrere Sensoren anzuschließen. Ebenso ist die Anzahl der Schichten nicht auf

zwei oder drei begrenzt. Besonders vorteilhaft ist z. B. die Verwendung einer Vielschicht-Keramik als Trennelement **10**, die beispielsweise aus bis zu 80 einzelnen Schichten aufgebaut sein kann. Diese sind davon jeweils mit Via-Löchern versehen, in denen Metall eingebracht ist. Die Schichten **11**, **12**, **13** sind fest miteinander verbunden bzw. verbacken und bilden ein monolithisches Teil.

Die Keramikschichten **11**, **12**, **13** des Trennelements **10** haben eine Dicke von ca. 80 µm. Durch den gegenseitigen Versatz der befüllten Löcher lastet der Druck nicht auf den Löchern bzw. Metallfüllungen, sondern er wird großflächig über die einzelnen Schichten verteilt.

Bei vier Leitungselementen bzw. Leitungsdurchführungen **20** beträgt die Baugröße der elektrischen Durchführung in lateraler Richtung in der hier gezeigten Ausführungsform lediglich ca. 2 mm. Trotz dieser geringen Baugröße hält das Bauteil hohen Drücken stand, die bis zu 1.500 bar betragen können.

Zur Herstellung der druckdichten elektrischen Durchführung werden dünne Filme aus einem Keramikmaterial mit durchgehenden Löchern bzw. Via-Löchern versehen, in die anschließend metallisches Material eingebracht wird. Die Löcher werden herausgestantzt und anschließend mit einer Metallpaste gefüllt. Dabei wird die Position der Löcher so gewählt, daß beim späteren Zusammensetzen der Schichten jeweils ein seitlicher Versatz zwischen den so geschaffenen Durchkontaktierungen vorhanden ist. Nun werden auf den Schichtoberflächen Leiterbahnen ausgebildet, beispielsweise durch Aufdampfen von Metall bzw. durch Drucken bzw. Siebdruck von Metallpasten. Die Positionen und Richtungen der Leiterbahnen werden so gewählt, daß sie nach dem Zusammenfügen der einzelnen Schichten die zueinander versetzten Durchkontaktierungen miteinander verbinden um so eine oder mehrere Leitungselemente auszubilden, die sich durch den gesamten Schichtaufbau erstrecken. Anschließend werden die Schichten bzw. Keramikschichten aufeinandergelegt und fest miteinander verbunden. Durch Sintern werden die Keramikschichten miteinander verbacken, so daß sich ein monolithisches Gebilde ergibt.

Für eine besonders schnelle und kostengünstige Herstellung wird diese im Batch-Verfahren durchgeführt, wobei eine Keramikschicht mit einer Größe von ca. 25 cm² wie oben beschrieben bearbeitet und anschließend in eine Vielzahl von Schichten vereinzelt wird. Danach werden die einzelnen Schichten aufeinander gestapelt bzw. fest miteinander verbunden, so daß sich die elektrische Durchführung gemäß der vorliegenden Erfindung mit einer oder mit mehreren durchgehenden Leitungselementen ergibt, die sich von einer Seite der Durchführung zur anderen Seite erstrecken.

Eine besonders kostengünstige Herstellung ergibt sich durch Verwendung der Green-Tape-Technologie, bei der die Keramikschichten vor dem Sintern elastische Eigenschaften besitzen.

Die elektrische Durchführung ist kostengünstig herstellbar und hat eine hohe Druckfestigkeit bei sehr geringer Größe bzw. hoher Miniaturisierbarkeit. Sie ist hochtemperaturtauglich und ermöglicht eine einfache Direktverbindung mit Elektronikseinheiten bzw. Sensorchips. In der Einspritzdüse verbindet sie einen innen liegenden Sensor elektrisch mit dem Außenraum. Dadurch wird der Kraftstofffluß im Innenraum der Einspritzdüse gemessen und ein rückgekoppeltes Sensor-Aktor-System zur Steuerung des Kraftstoffflusses ermöglicht. Im Betrieb wird durch die Messung und Steuerung der Einspritzdüse aufgrund des Meßsignals eine besonders hohe Genauigkeit der Einspritzmenge bei jeder vorhandenen Einspritzdüse und bei jedem Injektionsvorgang erzielt.

1. Einspritzdüse für Verbrennungsmotoren, mit einem Gehäuse (**81**), das ein oder mehrere Einspritzöffnungen (**82**) aufweist, und einem Innenraum (**84**) zur Zufuhr von Kraftstoff zu den Einspritzöffnungen (**82**), **gekennzeichnet durch** ein Meßelement (**50**), das im Innenraum (**84**) oder Außenraum angeordnet ist um den Kraftstoffdurchfluß und/oder einen sonstigen Zustandsparameter des Kraftstoffs zu messen.
2. Einspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßelement (**50**) an einen Regelkreis zur Steuerung der Einspritzmenge gekoppelt ist.
3. Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßelement (**50**) durch eine druckdichte elektrische Durchführung (**9**) im Gehäuse (**81**) der Einspritzdüse (**80**) mit dem Außenraum verbunden ist.
4. Einspritzdüse nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Durchführung (**9**) aus mehreren Schichten (**11**, **12**, **13**) aufgebaut ist, die jeweils eine oder mehrere Durchkontaktierungen (**21**, **22**, **23**) aufweisen, wobei die Durchkontaktierungen (**21**, **22**, **23**) zweier benachbarter Schichten zueinander versetzt angeordnet sind.
5. Einspritzdüse nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Durchführung (**9**) laterale Leiterbahnen (**31**, **32**) umfaßt, welche in den einzelnen Schichten (**11**, **12**, **13**) befindliche Durchkontaktierungen (**21**, **22**, **23**) zu einem durchgehenden Leitungselement (**20**) verbinden.
6. Einspritzdüse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die lateralen Leiterbahnen (**31**, **32**) zwischen aneinandergrenzenden Schichten (**11**, **12**, **13**) verlaufen.
7. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Durchführung ein Trennelement (**10**) aus Keramik umfaßt.
8. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in den einzelnen Schichten (**11**, **12**, **13**) ein oder mehrere durchgehende Löcher angeordnet sind, die mit einem elektrisch leitenden Material versehen sind.
9. Einspritzdüse nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in den durchgehenden Löchern eine Metallpaste eingebracht ist.
10. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Durchführung (**9**) aus Keramik in Green-Tape-Technologie gefertigt ist.
11. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Durchführung (**9**) einzelne Schichten (**11**, **12**, **13**) mit einer Dicke von 10 bis 200 µm, vorzugsweise 60 bis 100 µm, insbesondere 80 µm umfaßt.
12. Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßelement (**50**) ein Drucksensor ist.
13. Einspritzdüse nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehr Drucksensoren vorgesehen sind, um einen Differenzdruck zu messen.
14. Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßelement (**50**) als Dehnmeßstreifen angeordnet ist und/oder in der Einspritzdüse integriert ist.
15. Einspritzdüse für Verbrennungsmotoren, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Sensorik zur Steuerung

der Kraftstoff-Spritzmenge, die von der Einspritzdüse abgegeben wird, wobei die Sensorik miniaturisiert und in die Einspritzdüse integriert ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

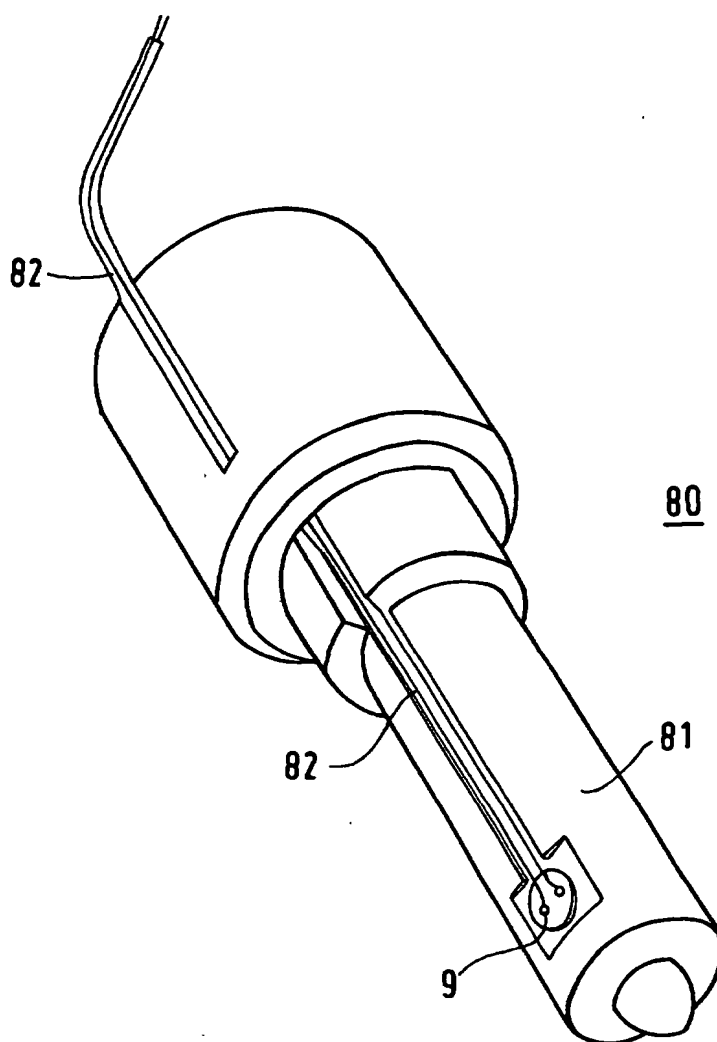


FIG.1

FIG. 2

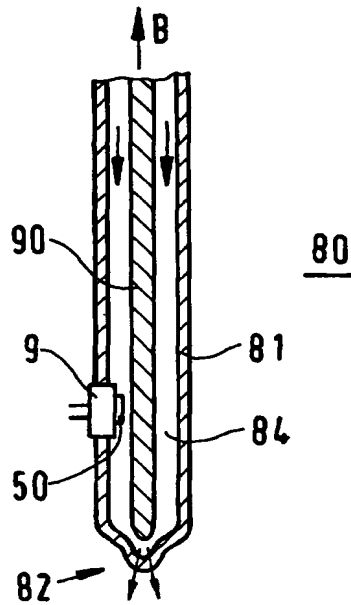
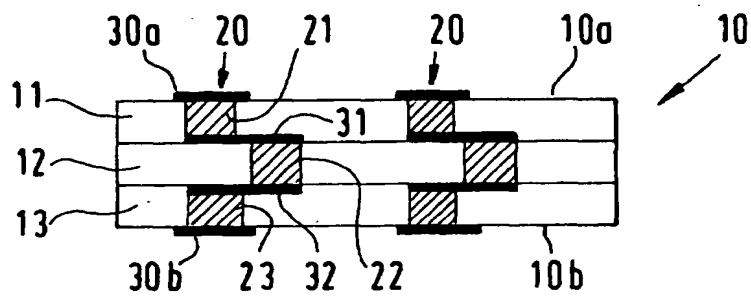


FIG. 5



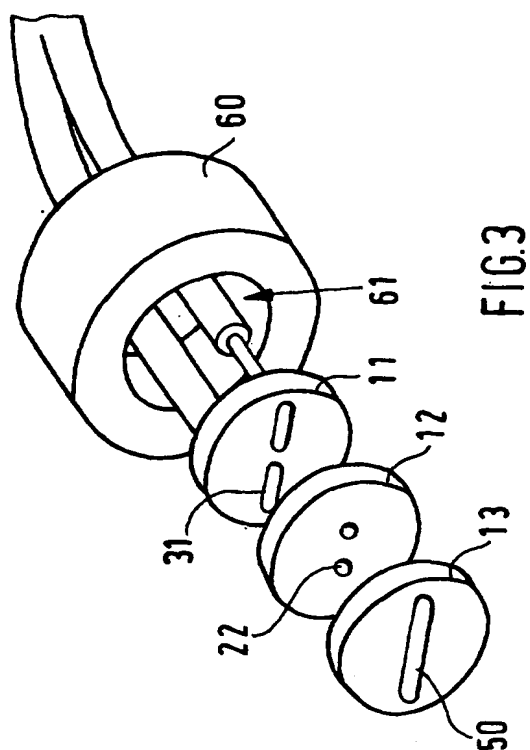


FIG. 3

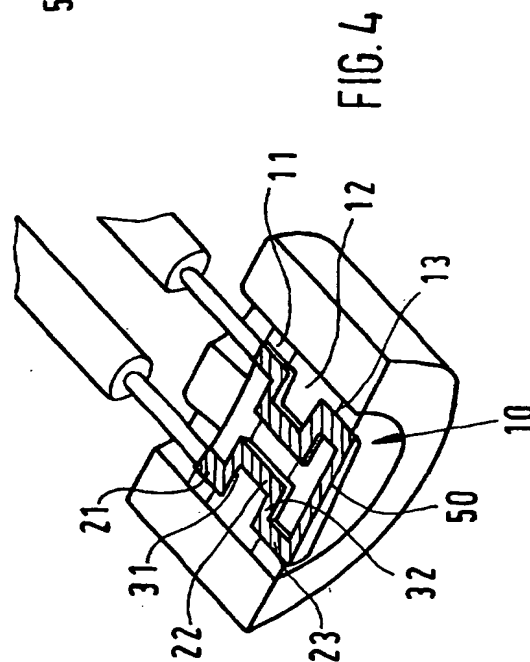


FIG. 4